

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 195 21 597 A 1**

51 Int. Cl.⁶:
A 61 F 2/30
A 61 F 2/38
// A61F 2/42

21 Aktenzeichen: 195 21 597.4
22 Anmeldetag: 14. 6. 95
43 Offenlegungstag: 19. 12. 96

71 Anmelder:

Kubein-Meesenburg, Dietmar, Prof. Dr., 37547
Kreiensen, DE; Nägerl, Hans, Dr., 37130 Gleichen,
DE; Theusner, Joachim, Dr., 80539 München, DE

74 Vertreter:

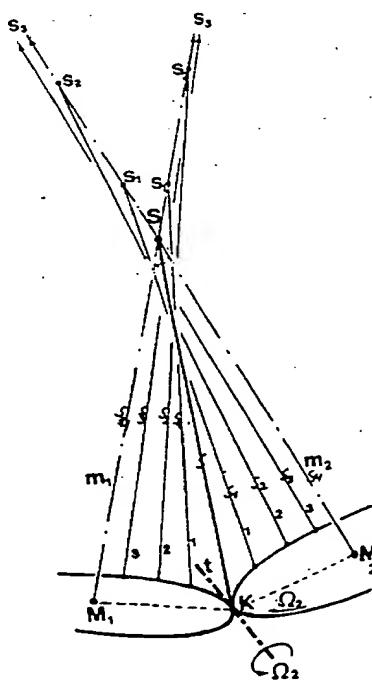
Patentanwälte Dr. Solf & Zapf, 42103 Wuppertal

72 Erfinder:

Kubein-Meesenburg, Dietmar, Prof. Dr., 37547
Kreiensen, DE; Nägerl, Hans, Dr., 37130 Gleichen, DE

54 Künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke

57) Die vorliegende Erfindung betrifft ein künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke, bestehend aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit gekrümmten Artikulationsflächen, wobei auf jeder der Artikulationsflächen eine kreisbogenförmige Kontaktlinie (k) ausgebildet ist, die jeweils ein Teilabschnitt eines in einer Ebene liegenden Kontaktkreises mit einem Mittelpunkt (M) ist. Die Artikulationsflächen sind derart als Paar zueinander angeordnet, daß die Kontaktlinien (k) aufeinander abrollen können sowie senkrecht zu der Ebene der Kontaktkreise durch deren Mittelpunkt (M) verlaufende Achsen (m) sich in einem Schnittpunkt (S) schneiden. Einseitig an die Kontaktlinien (k) sind aus einer Vielzahl von geraden Berührungslien (s) gebildete Regelflächen (3, 4) angeformt, wobei die Berührungslien auf momentanen Verbindungslien (s) der während der Abrollbewegung auftretenden momentanen Kontaktpunkten (K) mit den momentanen Schnittpunkten (S) liegen, welche sich durch eine Schwenkbewegung der Kontaktlinien (k) mit einer Winkelgeschwindigkeit (Ω) um eine gemeinsame Tangente (t) der Kontaktlinien (k) durch die momentanen Kontaktpunkte (K) ergeben.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein künstliches Gelenk, insbesondere eine Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke, bestehend aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit jeweils gekrümmten Artikulationsflächen, auf denen die Gelenkteile relativ zueinander artikulieren.

Ein derartiges künstliches Gelenk ist aus der deutschen Patentanmeldung P 42 02 717.9 bekannt. Hierbei besitzen die Gelenkflächen in zueinander senkrechten Ebenen, und zwar einer Längsebene und einer Querebene, unterschiedliche kreisförmige Schnittkonturen, wobei die Krümmungsverhältnisse der Artikulationsflächen in jeder der Ebenen konvexkonvex, konvex-konkav oder konkav-konkav sind, und die Gelenkgeometrie der Artikulationsflächen zueinander in jeder der beiden Ebenen durch eine Gelenkkette mit zwei Gelenkachsen (dimere Gelenkkette) bestimmt ist, die durch die Rotationszentren der Artikulationsflächen der jeweils zugehörigen Schnittkonturen verlaufen. Da die Artikulationsflächen dieses künstlichen Gelenks konvex-konkav, konkav-konkav bzw. konvex-konvex ausgebildet sind, entstehen im wesentlichen punktförmige Kraftübertragungsbereiche, wodurch erhöhte Flächenpressungen auf den Artikulationsflächen entstehen, die zu einem Materialabrieb führen können. Hierdurch kann die Lebensdauer dieser künstlichen Gelenke verkürzt werden. Um eine Verbesserung der Kraftübertragung zwischen den Artikulationsflächen der Gelenkteile zu erreichen, ist bei dem bekannten Gelenk vorgeschlagen, zwischen diesen jeweils einen Druckverteilungskörper anzuordnen, mit dem eine bessere und gleichmäßige Kraftverteilung erreicht wird. Durch diesen Druckverteilungskörper erhöht sich jedoch die Anzahl der erforderlichen Gelenkteile des künstlichen Gelenks.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein künstliches Gelenk zu schaffen, bei dem punktuelle Kraftübertragungsbereiche vermieden werden und bei dem der Einbau von Druckverteilungskörpern nicht erforderlich ist, und das gleichzeitig eine optimale Anpassung an die Gegebenheiten des menschlichen Körpers im Einsatz als Endoprothese für ein natürliches menschliches Gelenk ermöglicht.

Erfindungsgemäß wird dies mit einem künstlichen Gelenk erreicht, das aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit gekrümmten Artikulationsflächen besteht, wobei auf jeder der Artikulationsflächen eine kreisbogenförmige Kontaktlinie ausgebildet ist, die jeweils ein Teilabschnitt eines in einer Ebene liegenden Kontaktkreises mit einem Mittelpunkt M ist, wobei die Artikulationsflächen derart als Paar zueinander angeordnet sind, daß die Kontaktlinien aufeinander abrollen können sowie senkrecht zu der Ebene der Kontaktkreise durch deren Mittelpunkt verlaufende Achsen sich in einem Schnittpunkt S schneiden, sowie einseitig an die Kontaktlinien aus einer Vielzahl von geraden Berührungslien gebildete Regelflächen (ruled surfaces) angeformt sind, wobei die Berührungslien auf momentanen Verbindungslinien der während der Abrollbewegung auftretenden momentanen Kontaktpunkte mit den momentanen Schnittpunkten liegen, welche sich durch eine Schwenkbewegung der Kontaktlinien mit einer Winkelgeschwindigkeit Ω um eine gemeinsame Tangente der Kontaktlinien durch die momentanen Kontaktpunkte ergeben. Erfindungsgemäß wird demnach ein räumliches Getriebesystem gebildet. Hierbei wird der einzelnen Gelenkoberfläche jedes Gelenkteils (Gliedmaße) eine Kontaktlinie zugeordnet, wobei sich diese Kontaktlinien immer berühren und eine gemeinsame Kontakttangente besitzen. Während der Artikulation der Gelenkteile kann sich hierbei die Neigung der auf den Kontaktkreisen liegenden Kontaktlinien zueinander verändern, wobei sie eine Rotation um die im Kontaktpunkt jeweils verlaufende gemeinsame Kontakttangente durchführen, wobei dann die Kontaktkreis-Achsen eine variierende sphärische Anordnung zueinander zeigen. Da erfindungsgemäß im Bereich der Regelflächen gerade Berührungslien zwischen den artikulierenden Regelflächen vorhanden sind, wobei diese Berührungslien vom Kontaktpunkt der Kontaktlinien ausgehen, entsteht neben den Kontaktlinien ein Bereich der direkten Kraftübertragung, wobei linienförmige Kraftübertragungsbereiche durch die Berührungslien vorhanden sind. Somit wird eine punktuelle Kraftübertragung vermieden, wodurch die Materialbelastung im Bereich der Regelflächen wesentlich gegenüber bekannten Gelenken verringert wird. Hierdurch ist es möglich, auch Materialien verwenden zu können, die geringer belastbar sind. Kinematisch besitzt das erfindungsgemäße Gelenk, das durch die Berührung der Regelflächen miteinander entsteht, vier Freiheitsgrade. Denn bei fest stehender Regelfläche eines Gelenkteils kann die andere Regelfläche entlang der gegenseitigen Berührungslien gleiten (erster Freiheitsgrad), es kann von einer Berührungslien zur anderen Berührungslien gleiten (zweiter Freiheitsgrad), es kann von einer Berührungslien zur anderen Berührungslien rollen (dritter Freiheitsgrad) und es kann um einen Punkt auf der momentan gemeinsamen Berührungslien rotieren (vierter Freiheitsgrad). Das erfindungsgemäße künstliche Gelenk ist besonders für ein endoprothetisches Kniegelenk, aber auch in der Grundkonzeption für die Artikulationsflächen des menschlichen Ellerbogengelenks oder des menschlichen oberen Sprunggelenks geeignet. Insbesondere wenn zwei der erfindungsgemäßen, paarweise angeordneten Gelenkteile parallel zu einem Gelenk verbunden ausgebildet sind, z. B. zur Schaffung eines menschlichen Kniegelenkes, wird ein ebener oder sphärischer Zwangslauf der über das Gelenk gekoppelten Gliedmaße zueinander erreicht.

Vorteilhafte Ausbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen enthalten. Anhand der in den beiliegenden Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele wird die Erfindung nunmehr näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der Zuordnung von auf Kontaktkreisen liegenden Kontaktlinien mit gemeinsamer Kontakttangente,

Fig. 2 eine Ansicht gemäß Fig. 1 in der zu den Ebenen der Kontaktkreise senkrechten Ebene,

Fig. 3 eine Ansicht gemäß Fig. 1 bei Abrollen der Kontaktlinien unter Berücksichtigung einer Schwenkbewegung um die jeweilige Tangente t mit entstehenden Gelenkflächen,

Fig. 4 und 5 Prinzipdarstellungen gemäß Fig. 1 und 2 bei einer alternativen Zuordnung der Kontaktkreise mit zugehörigen Kontaktlinien,

Fig. 6 eine Prinzipdarstellung der erfindungsgemäßen Artikulationsflächen,

Fig. 7 eine Ansicht eines erfindungsgemäßen künstlichen Gelenks als Endoprothese für das menschliche Kniegelenk und

Fig. 8 ein Kniegelenk für Vierbeiner.

In der in **Fig. 1** dargestellten Prinzipzeichnung sind jeweils eine Kontaktlinie k_1 und eine Kontaktlinie k_2 dargestellt. Diese Kontaktlinien k_1 und k_2 sind Teilabschnitte von Kontaktkreisen mit den Mittelpunkten M_1 und dem Radius R_1 bzw. dem Mittelpunkt M_2 und dem Radius R_2 . Diese Kontaktlinien k_1 und k_2 sind auf in dieser Zeichnung nicht dargestellten Artikulationsflächen eines Gelenkkörpers 1 und eines Gelenkkörpers 2 ausgebildet, wobei der Gelenkkörper 1 beispielsweise ein Gelenkkopf/Gelenkpfanne sein kann und der Gelenkkörper 2 beispielsweise eine Gelenkpfanne-/Gelenkkopf. Somit ist die Kontaktlinie k_1 einem Gelenkkörper 1 und die Kontaktlinie k_2 einem Gelenkkörper 2 zugeordnet. Wie **Fig. 1** zu entnehmen ist, berühren sich die beiden Kontaktlinien k_1 und k_2 in einem Kontaktpunkt K, wenn die beiden Gelenkteile, d. h. die Gelenkkörper 1 und 2 zu einem Gelenk paarweise angeordnet sind. Durch den Kontaktpunkt K verläuft eine den beiden Kontaktlinien im Kontakt K gemeinsame Tangente t . Wie aus **Fig. 2** ersichtlich ist, verlaufen durch die Mittelpunkte M_1 und M_2 jeweils, senkrecht zur Ebene der Kontaktkreise, Achsen m_1 und m_2 , die sich in einem Schnittpunkt S schneiden. Dies ergibt sich aufgrund der Anordnung der Ebenen der Kontaktkreise derart, daß zwischen diesen Kontaktkreisen ein stumpfer Winkel ausgebildet ist. Im Falle, daß der zwischen den Ebenen der Kontaktkreise liegende Winkel 180° beträgt, schneiden sich die Achsen m_1 und m_2 im Unendlichen. Eine Verbindungslinie zwischen dem Kontakt K und dem Schnittpunkt S ist mit s gekennzeichnet. Mit dem Pfeil Ω_1 ist der Bewegungsvektor einer momentanen Winkelgeschwindigkeit um eine momentane Achse r angegeben, die mit der Verbindungslinie zwischen dem Kreismittelpunkt M_1 und dem momentanen Kontakt K übereinstimmt. Mit dem Pfeil Ω_2 ist der Bewegungsvektor einer Schwenkbewegung angegeben um die Tangente t . Weiterhin ist in **Fig. 2** ein Winkel β eingezeichnet, der der Komplementärwinkel zu dem zwischen den beiden Ebenen der Kontaktlinien eingeschlossenen Winkel ist. Der Bewegungsvektor Ω_1 gibt somit an, daß die Kontaktlinien aufeinander abrollen können und der Bewegungsvektor Ω_2 gibt an, daß dieser Abrollbewegung eine Schwenkbewegung der Kontaktlinien um die Tangente überlagert sein kann, wobei die Winkelgeschwindigkeit dieser Schwenkbewegung die Änderungsgeschwindigkeit des Winkels β ($\Omega_2 = d\beta/dt$) ist.

In **Fig. 3** ist dargestellt, wie sich der Schnittpunkt S gemäß **Fig. 2** und die Verbindungslinie s bei einer Abrollbewegung der Kontaktlinien k_1 und k_2 unter gleichzeitiger Durchführung einer Schwenkbewegung um die Tangente t verlagern. Gemäß **Fig. 3** wird nun in jeder momentanen Stellung der Kontaktlinie k_2 der Schnittpunkt S der Achsen m_1 und m_2 bestimmt. Da die Kontaktlinie k_2 schwenkt, wandert der Schnittpunkt S mit der Bewegung sowohl entlang der Achse m_1 als auch der Achse m_2 . In jeder Stellung wird der Schnittpunkt S mit dem momentanen Kontakt K verbunden. Die zugehörige Linie s ist die momentane Berührungsline der beiden Artikulationsflächen, wobei durch die Gesamtheit der Berührungslien s (Summe der Linien s_1, s_2, s_3, \dots) zum bewegten und zum nicht bewegten Kontaktkreis bzw. zu den bewegten und nicht bewegten Kontaktlinien k_1 und k_2 die Regelflächen 3 und 4 gebildet werden, die einseitig sich an die Kontaktlinien k_1 und k_2 jeweils anschließen. Hierbei handelt es sich um gerade Berührungslien s , die die Bereiche linienförmiger Kraftübertragung zwischen den gebildeten Regelflächen 3 und 4 während der gegenseitigen Artikulation darstellen.

Für die Herstellung der Regelflächen 3 und 4 mittels beispielsweise einer programmgesteuerten Fräsmaschine können folgende mathematische Bedingungen eingegeben werden:

Die beiden Winkelgeschwindigkeiten Ω_1 und Ω_2 sind Vektoren, deren Richtungen mit den Richtungen der momentanen Achsen r bzw. t übereinstimmen. In Vektorschreibweise heißt das:

$$\underline{\Omega}_1 = \Omega_{10} (\underline{e}_x \cdot \cos \alpha + \underline{e}_y \cdot \sin \alpha) \text{ und } \underline{\Omega}_2 = \Omega_{20} \cdot (\underline{e}_x \cdot \sin \alpha - \underline{e}_y \cdot \cos \alpha), \text{ da } \underline{\Omega}_1 \text{ und } \underline{\Omega}_2$$

aufeinander senkrecht stehen.

\underline{e}_x = der Einheitsvektor in x-Richtung und \underline{e}_y = der Einheitsvektor in y-Richtung des ortsfesten Koordinatensystems, in dem der Kreis k_1 ruht.

Es sollen noch folgende Bedingungen eingeführt werden:

$$\Omega_{10} = \Omega_0 \cos(\alpha + \delta) \text{ und } \Omega_{20} = \Omega_0 \sin(\alpha + \delta),$$

was gleichbedeutend ist mit der Relation

$$\Omega_{10}/\Omega_{20} = \operatorname{ctg}(\alpha + \delta).$$

Die Einführung dieser Bedingung ist möglich, da die momentane Rotation um die Achse t prinzipiell unabhängig von der momentanen Rotation um die Achse r erfolgen kann.

Die resultierende momentane Winkelgeschwindigkeitskomponente Ω (parallel zur y-x-Ebene) der Kreisscheibe k_2 setzt sich durch Vektoraddition der Winkelgeschwindigkeiten $\underline{\Omega}_1$ und $\underline{\Omega}_2$ zusammen.

Dadurch gilt für Ω :

$$\underline{\Omega} = \Omega_0 (\underline{e}_x \cdot \cos \delta + \underline{e}_y \sin \delta),$$

was bedeutet, daß $\underline{\Omega}$ eine konstante Richtung in der y-x-Ebene aufweist. Ω_0 kann frei gewählt werden. Ω_0 gibt vor, wie schnell sich der Winkel α ändert.

Durch Wahl der Größen:

Anfangswert von β ,

Phasenwinkel δ und

der Radien R_1 und R_2 der Kreise k_1 und k_2 wird die Gesamtheit der möglichen Regelflächenpaare eingestellt.

In **Fig. 6** ist dargestellt, und zwar in perspektivischer Ansicht, wie die Artikulationsflächen eines Gelenkkör-

pers 1 und eines Gelenkkörpers 2 mittels der Kontaktlinien k_1 und k_2 und der aus Vielzahl der Berührungslien s gebildeten Regelflächen 3 und 4 ausgebildet sein können.

In den Fig. 4 und 5 sind gleiche Funktionselemente und -teile mit denselben Bezugsziffern wie in den Fig. 1 bis 3 dargestellt, wobei jedoch eine alternative Anordnung der Kontaktlinien k_1 und k_2 gewählt ist. Hierbei sind die die Kontaktlinien k_1 und k_2 aufweisenden Kontaktkreise derart zueinander angeordnet, daß sie zwischen sich einen spitzen Winkel einschließen. Dies bedeutet, daß sich die beiden Kontaktlinien k_1 und k_2 nicht von außen, d. h. in einer konvex-konvexen Lage berühren, sondern von innen, d. h. in einer Lage einer Konkavität mit einer Konvexität, wobei im dargestellten Ausführungsbeispiel der Kontaktkreis K_1 die Konkavität bildet und der Kontaktkreis K_2 die Konvexität.

Wie sich weiterhin aus Fig. 6 ergibt, besteht eine weitere zweckmäßige Ausgestaltung der Erfindung darin, daß auf der zu den Regelflächen 3 und 4 gegenüberliegenden Seite der Kontaktlinien k_1 , k_2 die Berührungslien s für die Kontaktlinien k_1 , k_1 hinaus, vorteilhafterweise kreisbogenförmig, verlängert sind, so daß eine Wulst 5, 6 jeweils an den Gelenken 1, 2 ausgebildet wird. Dabei sind die Wulste 5, 6 derart geformt, daß sie sich bei der Artikulation der Gelenkkörper 1, 2 nicht berühren. Weiterhin sind die Wulste 5, 6 derart geformt, daß sie zwischen sich eine Querschnittsfläche jeweils einschließen über den gesamten Artikulationsbereich, die in ihrer Größe und Form in etwa konstant ist. Die Wulste 5, 6 bilden Bereiche der indirekten Kraftübertragung. In den Zwischenraum zwischen den Wulsten 5, 6 kann sich seitlich Gewebe einlagern, das beispielsweise eine ähnliche Funktion, wie die Menisken im natürlichen Kniegelenk ausüben kann. Da die Querschnittsfläche zwischen den Wulsten 5, 6 erfundungsgemäß etwa konstant ist, ergibt sich keine Quetschung des sich einlagernden Gewebes. Der Kreismittelpunkt der kreisbogenförmigen, die Wulstflächen bildenden Verlängerungen der Berührungslien s ist kleiner/gleich dem Radius der Kontaktkreise der Kontaktlinien.

Wie in Fig. 7 dargestellt ist, kann das dort dargestellte erfundungsgemäß künstliche Gelenk als Endoprothese zum Ersatz des menschlichen Kniegelenkes (rechtes Knie in der Ansicht von vorne) aus der Parallelschaltung zweier erfundungsgemäßer Gelenkkörperpaare 1, 2; 1', 2' gebildet werden. Hierbei sind die Regelflächen 3, 4; 3', 4' jedes Gelenkkörperpaars derart zu einer Mittelebene X-X angeordnet, daß sie auf der der Mittelebene X-X zugekehrten Seite angeordnet sind. Die Gelenkkörper 1, 2; 1', 2' sind hierbei derart angeordnet, daß der Gelenkkörper 1 und der Gelenkkörper 1' starr miteinander verbunden sind und gemeinsam den femuralen Gelenkkopf 8 bilden. Die Gelenkkörper 2 und der Gelenkkörper 2' sind ebenfalls starr miteinander verbunden und bilden gemeinsam den tibialen Gelenkkörper 9 (tibiale Gelenkpfanne) des erfundungsgemäßen künstlichen Kniegelenks zum Ersatz des rechten Kniegelenks. Der femurale Gelenkkörper 1 und der tibiale Gelenkkörper 2 sind hierbei lateral angeordnet und der femurale Gelenkkörper 1' und der tibiale Gelenkkörper 2' sind medial angeordnet. Hierbei ist es insbesondere vorteilhaft, wenn die Regelflächen 3, 4 bzw. 3', 4' zur Gelenkaußenseite hin nach unten, d. h. in Richtung tibial geneigt verlaufen, so daß eventuell auftretende Abriebpartikel hierdurch aus dem Gelenkinneren nach außen abfließen können und durch diese dachförmige Zuordnung die Ab- bzw. Adduktions-Stabilität erhöht wird. Weiterhin ist es zweckmäßig, wenn die Flächen der Wulste 5, 6 bzw. 5', 6', d. h. die Flächen der indirekten Kraftübertragung, so gestellt sind, daß ein Herausfließen der Gelenk-Abriebpartikel weiterhin unterstützt wird.

Durch die erfundungsgemäß Parallelschaltung wird erreicht, daß sich die am femuralen Gelenkkopf 8 bzw. an der tibialen Gelenkpfanne 9 befestigten Gliedmaßen in einer zugeordneten Funktionsebene linear bewegen. Hierbei bildet die Kontaktlinienanordnung K_1 , K_2 des lateralen Gelenks eine gestreckte dimere Kette, und die Kontaktlinienanordnung K_1' , K_2' des medialen Gelenks bildet eine überschlagene dimere Kette, siehe Fig. 4.

In Fig. 8 ist eine Ausbildung eines erfundungsgemäßen Gelenks als Kniegelenk eines Vierbeiners dargestellt. Hierbei ergibt sich eine Ausführung, wie in Fig. 7 erläutert. Jedoch besteht ein Unterschied zur Ausführung gemäß Fig. 7 darin, daß sowohl die Kontaktlinienanordnung K_1 , K_2 als auch die Kontaktlinienanordnung K_1' , K_2' jeweils eine gestreckte dimere Kette, siehe Fig. 3, bilden.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die gezeigten Ausführungsbeispiele beschränkt, sondern umfaßt alle im Sinne der Erfindung gleichwirkenden Mittel.

Patentansprüche

1. Künstliches Gelenk, insbesondere Endoprothese zum Ersatz natürlicher Gelenke, bestehend aus mindestens zwei künstlichen Gelenkteilen mit gekrümmten Artikulationsflächen, wobei auf jeder der Artikulationsflächen eine kreisbogenförmige Kontaktlinie (k) ausgebildet ist, die jeweils ein Teilabschnitt eines in einer Ebene liegenden Kontaktkreises mit einem Mittelpunkt (M) ist, wobei die Artikulationsflächen derart als Paar zueinander angeordnet sind, daß die Kontaktlinien (k) aufeinander abrollen können, sowie senkrecht zu der Ebene der Kontaktkreise durch deren Mittelpunkt (M) verlaufende Achsen (m) sich in einem Schnittpunkt (S) schneiden, sowie einseitig an die Kontaktlinien (k) aus einer Vielzahl von geraden Berührungslien (s) gebildete Regelflächen (3, 4) ausgeformt sind, wobei die Berührungslien auf momentanen Verbindungslinien (s) der während der Abrollbewegung auftretenden momentanen Kontaktlinien (K) mit den momentanen Schnittpunkten (S) liegen, welche sich durch eine Schwenkbewegung der Kontaktlinien (k) mit einer Winkelgeschwindigkeit (Ω) um eine gemeinsame Tangente (t) der Kontaktlinien (k) durch die momentanen Kontaktlinien (K) ergeben.
2. Künstliches Gelenk nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ebenen der Kontaktkreise zwischen sich einen stumpfen oder einen spitzen Winkel einschließen.
3. Künstliches Gelenk nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf der den Regelflächen (3, 4) gegenüberliegenden Seite der Kontaktlinien (k) die Berührungslien (s) derart insbesondere in Kreisbögen verlängert sind, daß Wulste (5, 6) ausgebildet werden, wobei die einander gegenüberliegenden Wulste (5, 6) der zugehörigen Artikulationsflächen keinen Berührungs kontakt besitzen und die zwischen ihnen vorhan-

denen Querschnittsflächen im gesamten Artikulationsbereich in Größe und Form im wesentlichen konstant sind.

4. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die kraftübertragenden Regelflächen (3, 4) derart schräg angeordnet sind, daß ein stetiges Abfließen von Abriebpartikeln erfolgt.

5. Künstliches Gelenk nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Gelenkteilpaare parallel zueinander angeordnet sind und gemeinsam eine Endoprothese für ein menschliches Knie bilden.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

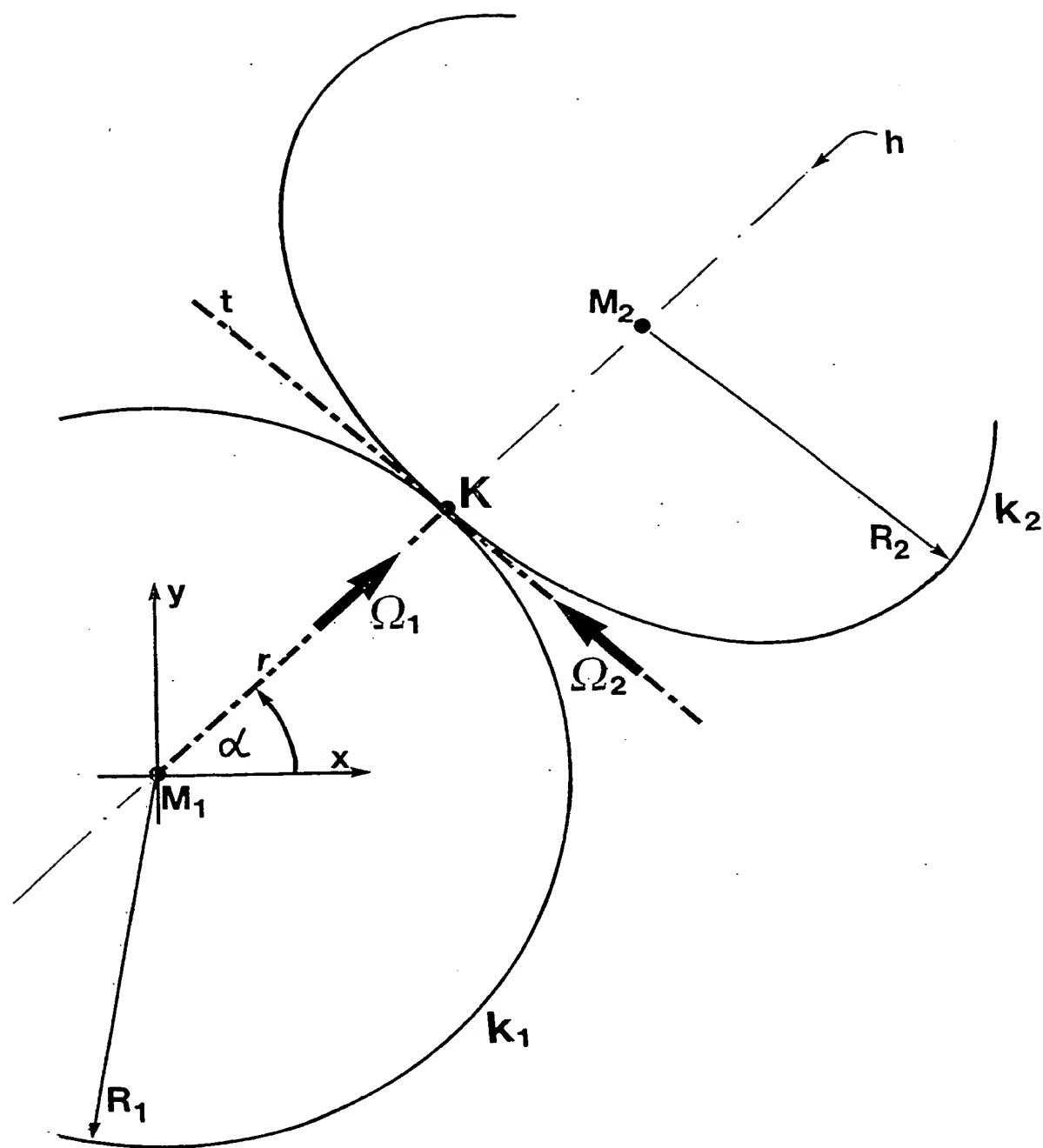


Fig. 1

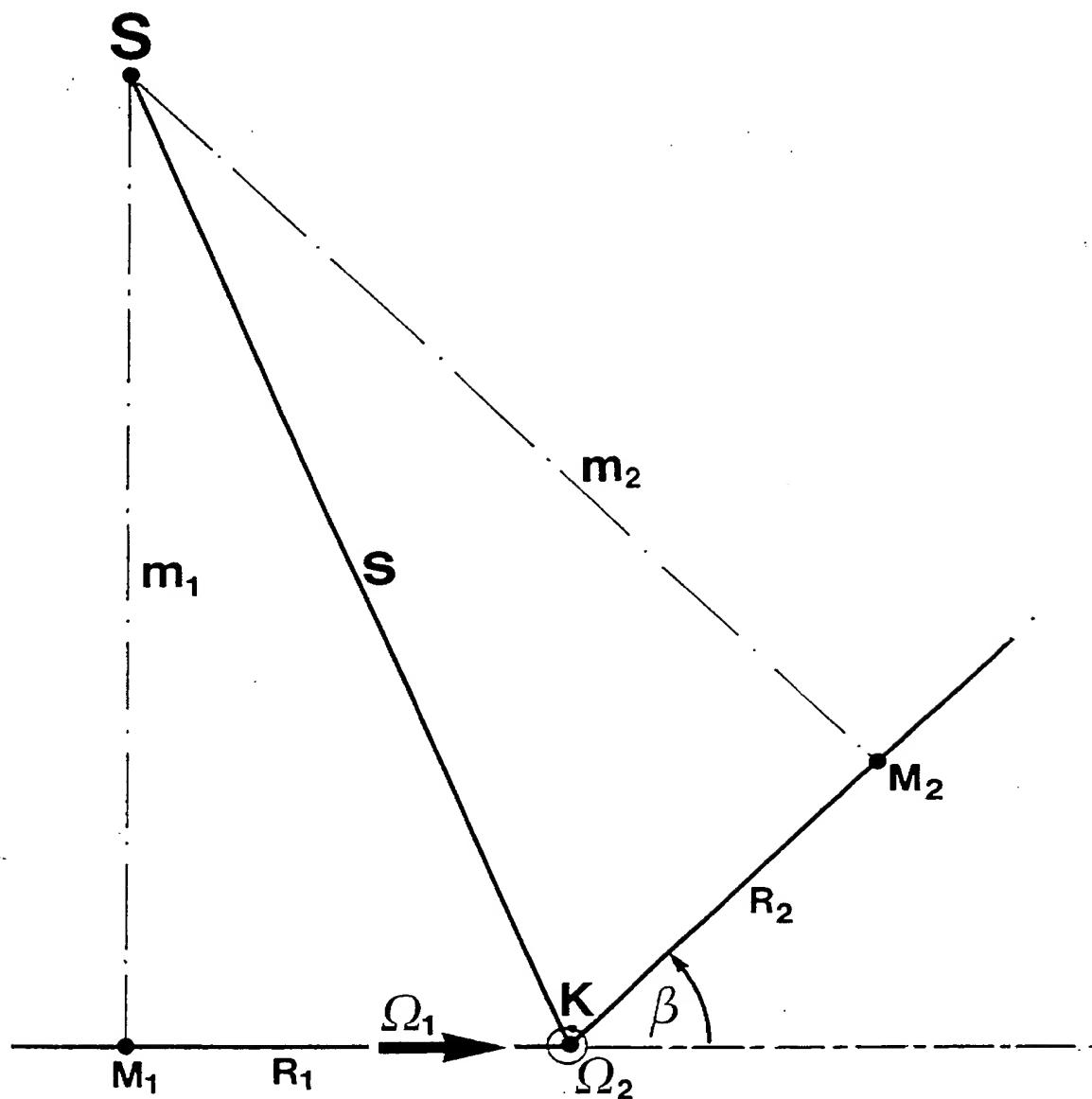


Fig. 2

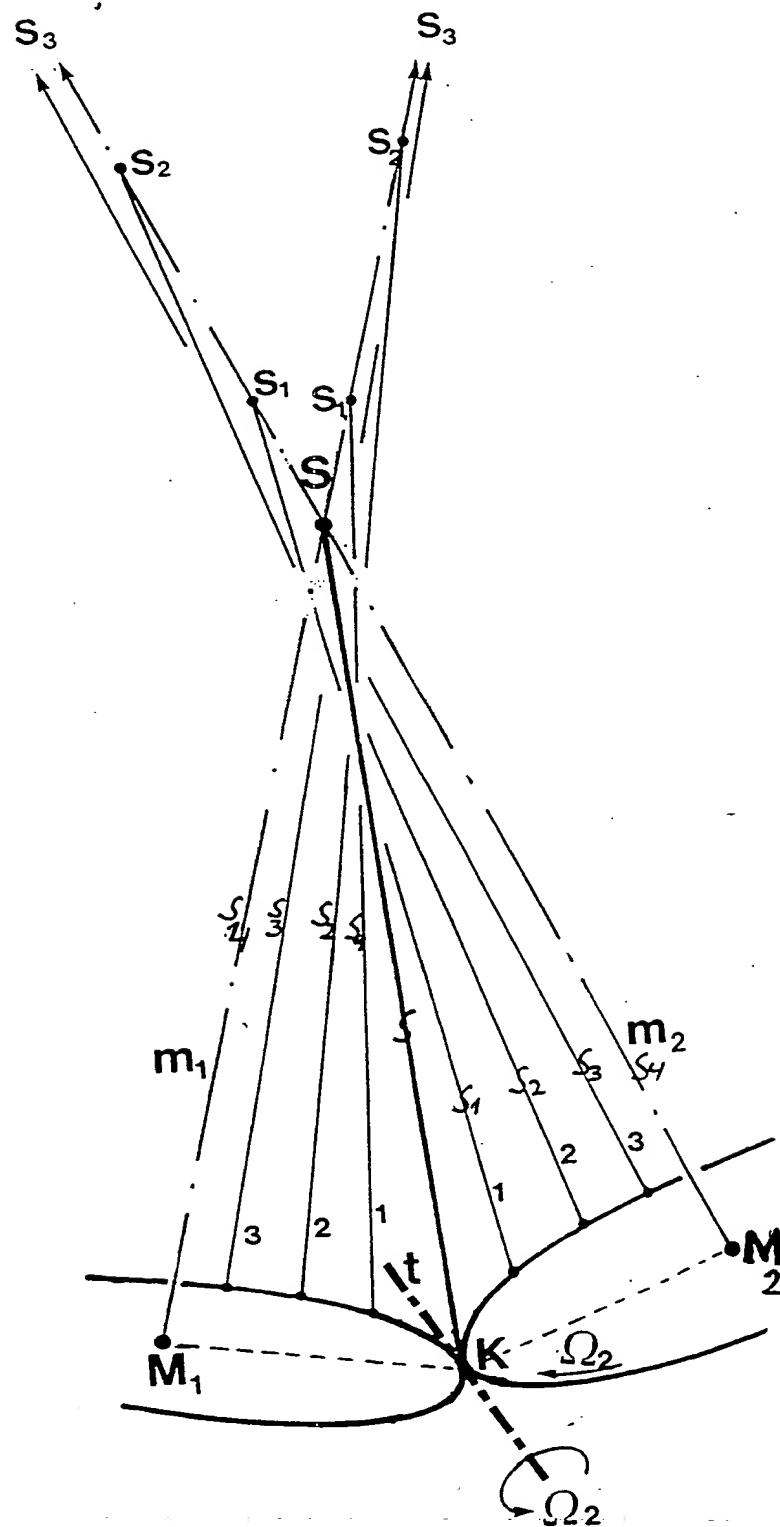


FIG. 3

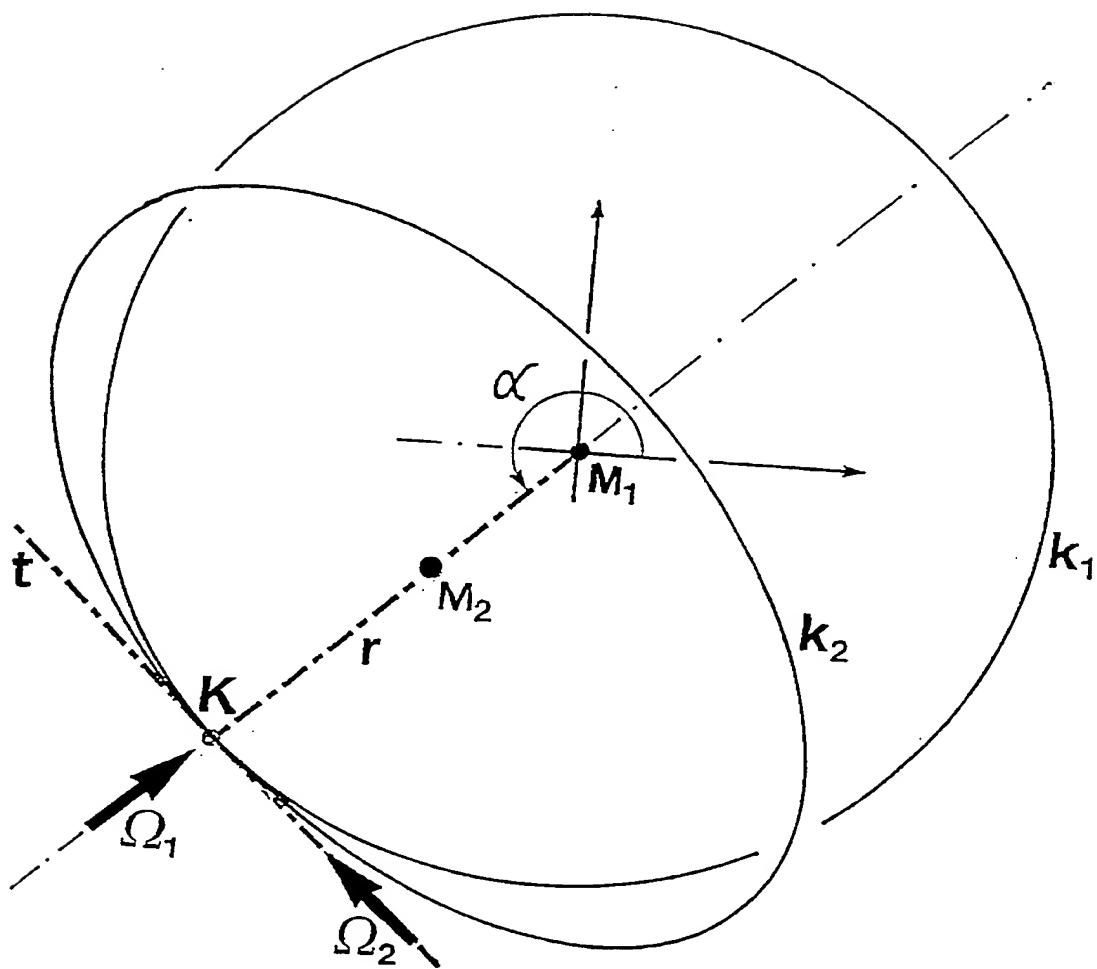


Fig. 4

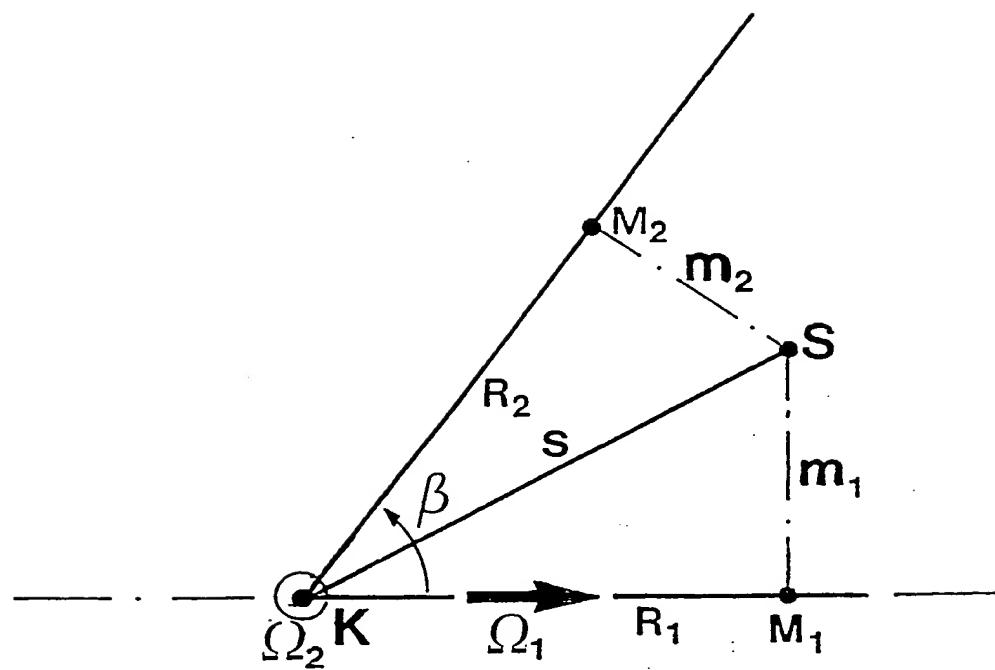


Fig. 5

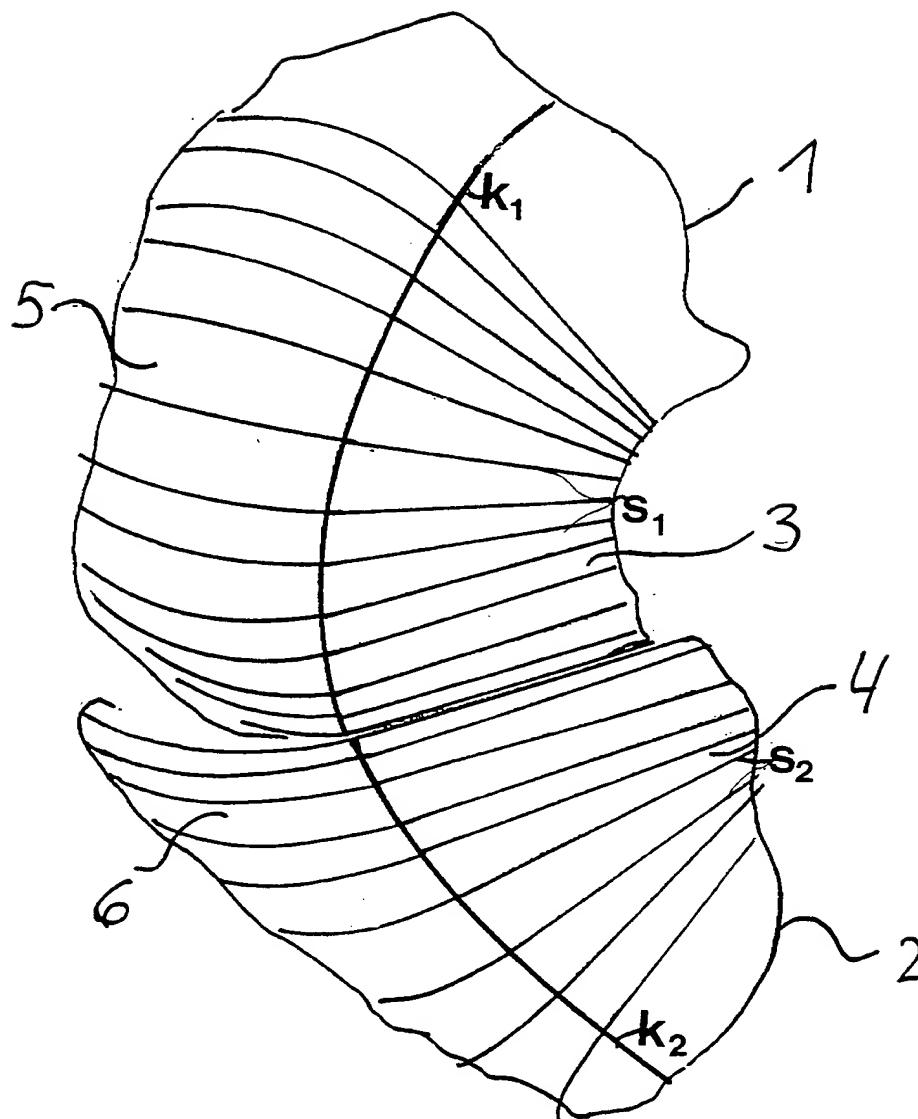
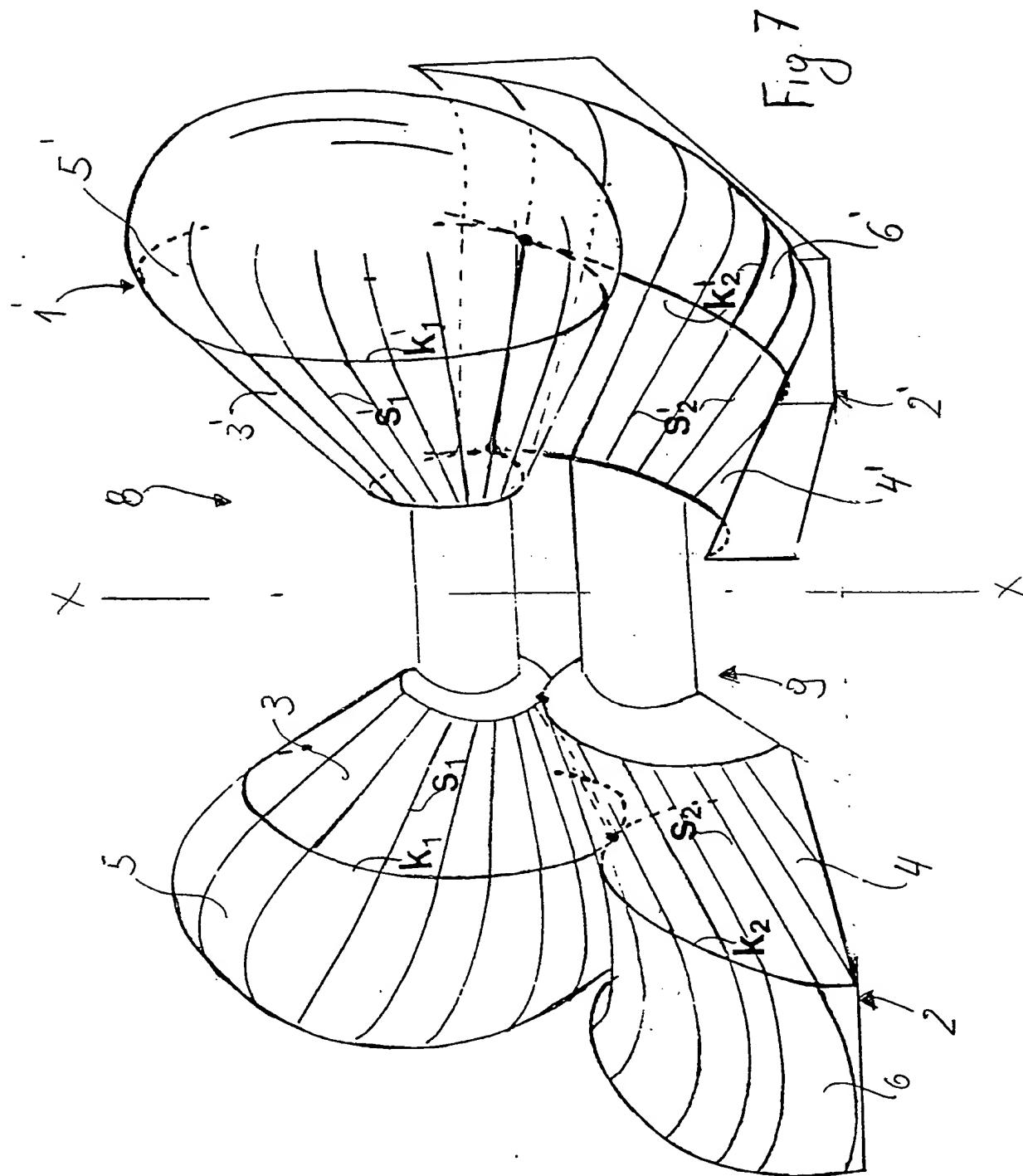


FIG. 6



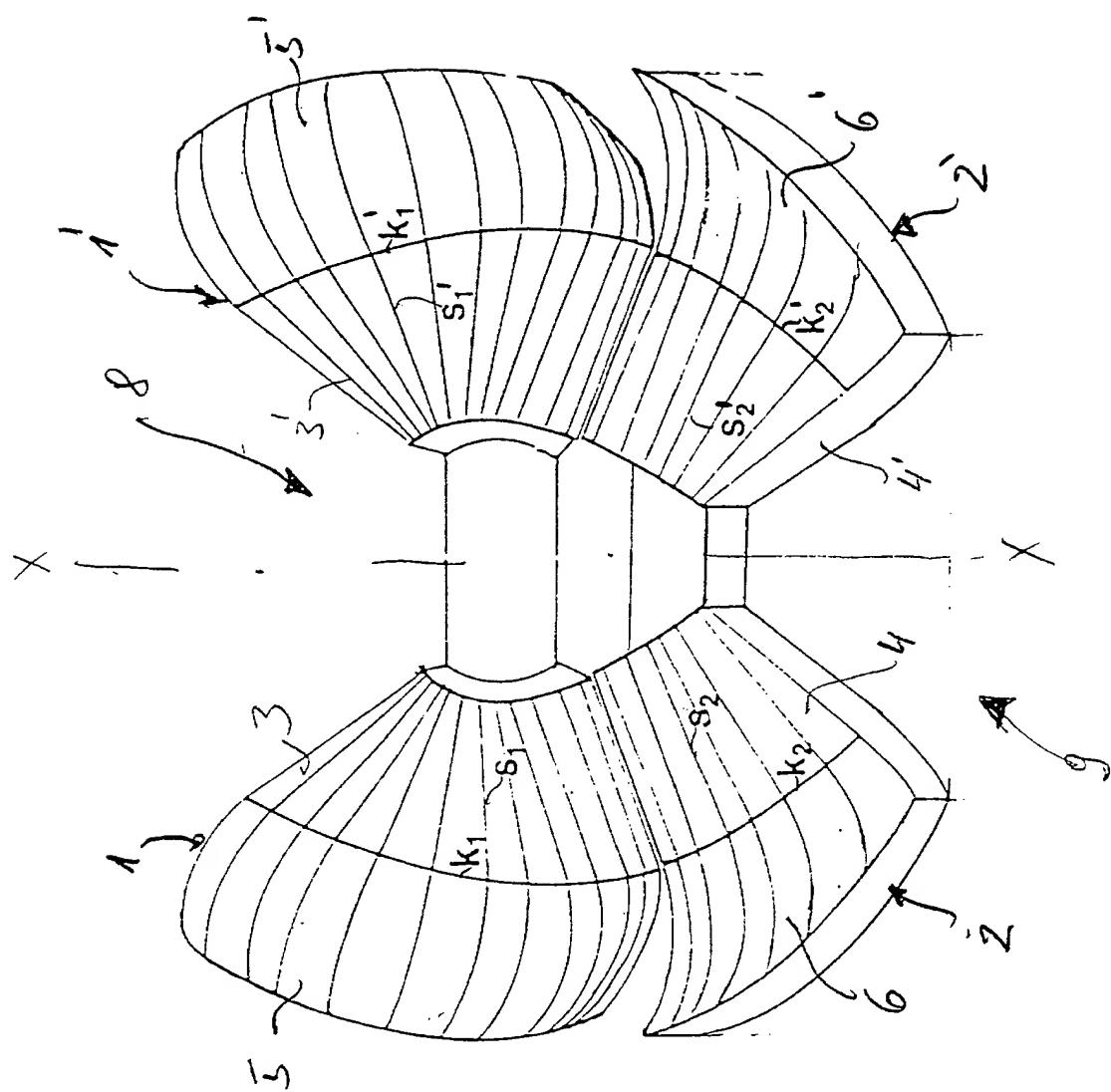


Fig. 8